

Adrian Kocik, Bartosz Górecki, Katarzyna Ryżewska

studenci ratownictwa medycznego
Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

Tlenoterapia

– zagadka współczesnego ratownika

Praca recenzowana

Jeśli nie wiesz, co zrobić, podaj tlen w możliwie jak najwyższym stężeniu” – słowa doktora Edwardsa od wielu lat były filarem postępowania w opiece przedszpitalnej. Należy jednak zauważyć, że medycyna jako nauka oparta na doświadczeniu rozwija się w błyskawicznym tempie. Tymczasem nadal istnieją przeświadczenia, które na chwilę obecną są nieaktualne. Do takich działań należy tlenoterapia, która bez wątpienia jest zbyt często wykorzystywana w udzielaniu pomocy doraźnej. Warto zadać sobie pytanie, czy aby na pewno powszechne stosowanie tlenu wpływa na poprawę stanu pacjenta.

W myśl *Ustawy o Państwowym Ratownictwie Medycznym z dnia 8 września 2006 roku* do zastosowania tlenoterapii uprawnione są jednostki systemu w ramach medycznych czynności ratunkowych oraz osoba będąca ratownikiem zgodnie z art. 13 powyższej ustawy. Zadaniem tlenoterapii jest zwiększenie stężenia tlenu w pęcherzykach płucnych w celu poprawy utlenowania krwi oraz zapobiegania kwasicy metabolicznej i hipoksemii, która w konsekwencji prowadzi do niewydolności wielonarządowej, a tym samym do zgonu pacjenta (1).

Podstawowym leczeniem zachowawczym niewydolności oddechowej jest zastosowanie tlenoterapii. Wykorzystuje się ją zarówno w postępowaniu przedszpitalnym, jak i na szpitalnym oddziale ratunkowym. Powszechnie wiadomo, że tlen jest głównym „paliwem” komórek organizmu, dostarczany od początku życia płodowego

aż do śmierci. Bierze udział w wielu procesach biochemicznych, które warunkują prawidłowe funkcjonowanie. Jednym z nich jest fosforylacja oksydacyjna, w której tlen przyczynia się do powstania wysokoenergetycznych wiązań w cząsteczkach ATP. Ze względu na pierwszorzędną rolę w utrzymaniu prawidłowego metabolizmu i zachowaniu homeostazy tlen musi być skutecznie dostarczany ze środowiska do wszystkich tkanek organizmu (2).

Wiedza z zakresu fizjologii oraz patofizjologii ma fundamentalne znaczenie dla leczenia pacjentów w stanach zagrażających życiu, a także w przewlekłych chorobach układu- ▶

▶ Title

Oxygen therapy – a riddle for a modern paramedic

▶ Streszczenie

Zastosowanie tlenoterapii ma istotne znaczenie w przypadku pacjentów hipoksemicznych. W artykule przedstawiono konsekwencje niekorzystnego oddziaływania tlenu w sytuacjach szczególnych: POChP, OZW i urazach czaszkowo-mózgowych. Ukazano również problem negatywnego wpływu tlenoterapii w zatruciu parakwatem oraz substancjami będącymi bronią chemiczną.

▶ Słowa kluczowe

tlenoterapia, ratownictwo medyczne, hiperwentylacja, niewydolność oddechowa, parakwat

▶ Summary

The application of oxygen therapy is essential for hypoxemic patients. The article presents the consequences of the adverse effects of oxygen in special situations: COPD, myocardial infarction and head injuries. It also shows the problem of the negative impact of oxygen therapy in poisoning with paraquat and substances which are chemical weapons.

▶ Keywords

oxygen therapy, medical emergency, hyperventilation, respiratory failure, paraquat

► du oddechowego i krążeniowego. Ciśnienie parcjalne tlenu pęcherzykowego oscyluje w granicy 100 mmHg, co stanowi fizjologiczną wartość 94-98% saturacji. Aktualne badania potwierdzają, że tlen medyczny nie jest panaceum, a wręcz przeciwnie – stosowany bez zastanowienia w niektórych stanach chorobowych może przynieść więcej szkody niż korzyści (3).

Przewlekła obturacyjna choroba płuc

Przewlekła obturacyjna choroba płuc (POChP) trwale ogranicza przepływ powietrza przez drogi oddechowe, powodując narastającą niedrożność, która nie może być całkowicie odwrócona, a jedynie leczona zachowawczo. Wyniki badań wskazują, że przyczyną obturacji dróg oddechowych jest postępujące pogrubianie ich ścian (1). W swoich działaniach ratownik najczęściej ma do czynienia z zaostrzeniem się objawów oddechowych tej choroby, tzn. z nasileniem się duszności, kaszlu, a także ze zwiększeniem objętości płwociny zalegającej w drogach oddechowych (4). Warto tutaj zaznaczyć, że nie każda duszność jest wywołana hipoksemią, dlatego rutynowe stosowanie tlenoterapii wydaje się bezcelowe (2). Postępowanie w leczeniu opiera się na farmakoterapii, stosowanej w możliwie najkrótszym czasie od wystąpienia objawów zaostrzenia POChP zarówno w zespołach ratownictwa medycznego, jak i na szpitalnym oddziale ratunkowym. Nieodłącznym elementem postępowania w przypadku chorych z niewydolnością oddechową jest tlen, który w założeniu ma zapobiegać rozwojowi kwasicy oraz narastaniu hiperkapnii.

Strukturą fizjologicznie odpowiadającą za prawidłową pracę układu oddechowego jest ośrodek oddechowy znajdujący się w rdzeniu przedłużonym. Odpowiedzią na impulsy wysyłane przez podrażnione chemoreceptory kłębków szyjnych i aortalnych jest przyspieszenie oraz pogłębienie oddechów wskutek wzrostu prężności dwutlenku węgla oraz w mniejszym stopniu obniżenia prężności tlenu we krwi (< 60 mmHg). Należy zwrócić jednak uwagę na fakt, że pomimo pozytywne-

go wymiaru tlenoterapii może ona stanowić zagrożenie dla życia i zdrowia pacjenta (5).

Tlen odgrywa ważną rolę szczególnie w zaostrzeniu POChP, dlatego zaleca się jego ostrożne i rozważne stosowanie. Patofizjologia oddychania w przebiegu POChP znacząco różni się od prawidłowej. W trakcie zaostrzenia POChP dochodzi do zmiany wrażliwości ośrodka oddechowego w rdzeniu przedłużonym, obszary chemowrażliwe są głównie pobudzane przez zmniejszenie prężności tlenu we krwi. Ze względu na specyfikę POChP receptory chemowrażliwe są pobudzane przez hipoksemię, a nie hiperkapnię. W przypadku zaostrzeń POChP z cechami hipoksemii należy dążyć do uzyskania saturacji na poziomie 88-92%.

Randomizowane badania przeprowadzone w jednym z Uniwersyteckich Szpitali w Nowej Zelandii pokazują, że stosowanie hiperwentylacji w przebiegu zaostrzeń POChP powoduje niebezpieczne zwiększenie stężenia tlenu we krwi, prowadząc do retencji CO₂. Należy pamiętać, że hiperkapnia powoduje kwasicę, która działa depresyjnie na układ krążenia. Co niezwykle interesujące, wysokie stężenie tlenu obniża aktywność ośrodka oddechowego, powodując hipowentylację oraz zwiększenie niewydolności oddechowej, w konsekwencji prowadząc do śpiączki hiperkapnicznej (6).

Reasumując, w przypadku hiperwentylacji pacjenta z wysokimi stężeniami tlenu dochodzi do zwiększenia ciśnienia parcjalnego O₂ we krwi tętniczej. Następnie skutek postępującej niewydolności oddechowej ilość tlenu w organizmie niebezpiecznie spada.

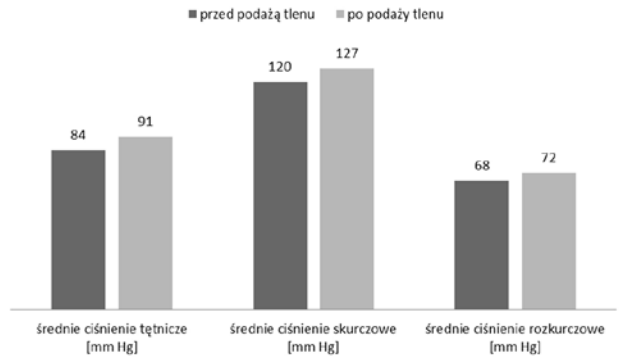
Ostry zespół wieńcowy

Do chorób układu krążenia, które powodują największą śmiertelność na całym świecie, bez wątpienia można zaliczyć ostre zespoły wieńcowe. Pojawiają się one najczęściej u chorych z miażdżycą tętnic wieńcowych, która prowadzi do martwicy mięśnia sercowego. Dzieje się tak poprzez oderwanie blaszki miażdżycowej i powstający zator, który w konsekwencji przyczynia się do całkowitego lub częściowego zamknięcia światła

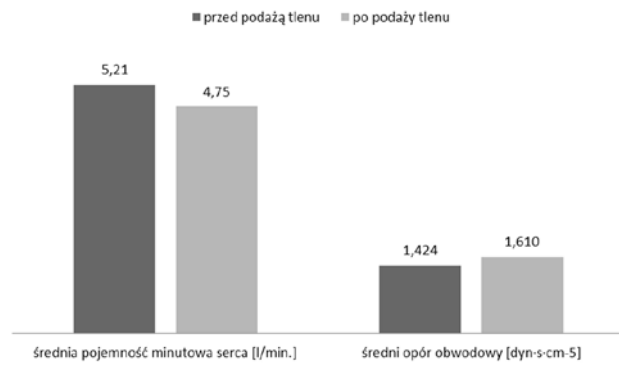
naczynia wieńcowego. Zastosowanie tlenu w leczeniu ostrych zespołów wieńcowych jest od lat zakorzenione w praktyce postępowania przedszpitalnego, jednak to, czy tlen faktycznie pomaga w zawale serca, nie jest do końca potwierdzone.

Celem badania przeprowadzonego przez zespół lekarzy pod przewodnictwem doktora Kenmure'a było ustalenie konsekwencji zarówno metabolicznych, jak i hemodynamicznych podawania tlenu w ostrym zespole wieńcowym. W badaniu wzięło udział 50 osób w wieku od 34 do 77 lat, które otrzymywały tlen w stężeniu 90%. Badanie polegało na pomiarze m.in.: akcji serca, średniego ciśnienia tętniczego, pojemności minutowej (rzutu serca) oraz oporu obwodowego przed podażą tlenu oraz po godzinnej tlenoterapii. Z analizy zebranego materiału wynika, że u 22 chorych (44%) nastąpił wzrost częstości akcji serca, natomiast spadek odnotowano u 21 badanych (42%). W rezultacie wykazano, że u 9 pacjentów (18%) nastąpiła bradykardia, tymczasem tachykardię zauważono u 11 chorych (22%) po godzinnej oksygenacji.

Nie ulega wątpliwości, że stosowanie tlenoterapii w przebiegu ostrego zespołu wieńcowego przyczynia się do zmiany ciśnienia tętniczego krwi. Badania wskazują, że wzrost średniego ciśnienia tętniczego nastąpił u zdecydowanej większości badanych – 38 (76%), podczas gdy u 9 (18%) nastąpił spadek. Średni wzrost ciśnienia skurczowego w badanej grupie wynosił 7 mmHg, natomiast rozkurczowego – zaledwie 4 mmHg. Należy podkreślić, że zastosowanie tlenoterapii w trakcie ostrego zespołu wieńcowego znacząco wpływa na spadek pojemności minutowej oraz objętości wyrzutowej serca. W przypadku pojemności minutowej spadek zauważono u 37 chorych (74%), natomiast objętość wyrzutowa serca zmniejszyła się u 35 badanych (70%). Warto zaznaczyć, że średnia wartość rzutu serca podczas oddychania powietrzem wynosiła 5,21 l/min, natomiast po oddychaniu tlenem wartość ta zmniejszyła się do 4,75 l/min. W przeprowadzonym badaniu tlenoterapia znacząco od-



Wyk. 1. Zmiany wartości ciśnienia tętniczego



Wyk. 2. Zmiany wartości pojemności minutowej oraz oporu obwodowego

działała na wartość oporu obwodowego, który wzrósł u 40 pacjentów (80%). Ostatecznie w okresie prowadzenia badania nastąpił zgon 8 pacjentów (16%) w czasie przyjęcia do szpitala, tymczasem 2 osoby (4%) zmarły w trakcie pierwszych 48 godzin podczas stałego podawania tlenu (7).

Z zebranego materiału i dokonanych analiz wynika, że zastosowanie tlenoterapii u pacjentów z ostrym zespołem wieńcowym wywołuje niewielki, ale istotny spadek rzutu serca oraz wzrost średniego ciśnienia tętniczego i oporu obwodowego. U pacjentów z hipoksemią oraz niewydolnością oddechową tlen zdecydowanie może poprawić efekty leczenia, natomiast u pacjentów normoksemicznych aktualne badania nie wystarczają do wyrażenia jednoznacznego postępowania w przebiegu OZW. Z analizy zebranego materiału wynika, że podawanie tlenu u pacjentów z OZW jest uzależnione od niskich ▶

- ▶ wartości saturacji (< 90%) oraz wystąpienia cech niedotlenienia.

Należy zauważyć, że współcześnie potrzebne są badania, które pozwoliłyby określić szczegółowy wpływ tlenoterapii na mięsień sercowy, oraz instrukcje dotyczące użytkowania tlenu u pacjentów bez cech hipoksemii.

Urazy czaszkowo-mózgowe

Kluczowym postępowaniem u osób z urazem czaszkowo-mózgowym jest przeciwdziałanie niedotlenieniu oraz wzrostowi ICP (ang. *intracranial pressure*), które w konsekwencji prowadzą do ciężkiego uszkodzenia mózgu. Krążenie mózgowe zależy przede wszystkim od ciśnienia parcjalnego CO_2 , stąd należy pamiętać, że zarówno hipowentylacja, jak i hiperwentylacja mają kolosalne znaczenie w rokowaniu stanu pacjenta. Wzrost ciśnienia parcjalnego CO_2 (hipowentylacja) prowadzi do rozszerzenia naczyń mózgowych, wzrostu ciśnienia wewnątrzczaszkowego, a co za tym idzie – powstania obrzęku mózgu. Natomiast w hiperwentylacji dochodzi do obkurczenia naczyń mózgowych, zmniejszenia przepływu mózgowego oraz narastającego niedokrwienia mózgu (niedotlenienie). Warto pamiętać, że niedotlenienie wpływa negatywnie na tkankę mózgową, dlatego należy odpowiednio dostosować częstotliwość wentylacji pacjenta na poziomie 8-10 oddechów/minutę.

W przypadku urazów czaszkowo-mózgowych ryzyko wystąpienia wgłobienia przewyższa niedokrwienie mózgu, dlatego jest to jedyny przypadek kliniczny, w którym wciąż zalecane jest prowadzenie hiperwentylacji. U osób dorosłych powinno się wykonywać wdech z częstotliwością 20 odd./min, u dzieci – 25 odd./min, natomiast u niemowląt – 30 odd./min. Chory musi otrzymać 100-procentowy tlen w celu uzyskania saturacji na poziomie > 95%, nie dopuszczając do spadku < 90%. W przypadku możliwości zastosowania kapnografu wartość etCO_2 powinna oscylować w zakresie 30-35 mmHg. Mimo iż prowadzi ona do niedotlenienia, powoduje zmniejszenie obrzęku mózgu, poprawiając rokowanie pacjenta.

Środki toksyczne reagujące z tlenem

Parakwat jest środkiem ochrony roślin należącym do grupy herbicydów. Ma postać kryształków, bezbarwnych lub żółtoszarych, działających żrąco na błony śluzowe i skórę. Na zatrucie parakwatem szczególnie narażeni są ludzie pracujący w ogrodach, sadach oraz przy uprawach roślin. Wpływa negatywnie na ludzi, silnie uszkadza wątrobę, serce, nerki oraz prowadzi do zwłóknienia tkanki płucnej (1). Z przewodu pokarmowego wchłania się < 20%, natomiast pusty żołądek oraz owrzodzenia jego błony śluzowej zwiększają absorpcję parakwatu. Na poziomie tkankowym parakwat jest redukowany do wolnych rodników, które następnie reagują z cząsteczkami tlenu. W konsekwencji dochodzi do powstania anionów ponadtlenkowych, które przyczyniają się do tworzenia reaktywnych rodników hydroksylowych powodujących uszkodzenie komórek organizmu.

Zastosowanie tlenoterapii w przypadku zatrucia parakwatem wydaje się nieuzasadnione, ponieważ zwiększa on toksyczne działanie rodników hydroksylowych. Należy ostrożnie podawać tlen wyłącznie w przypadkach krytycznej hipoksemii, nie przekraczając ciśnienia parcjalnego tlenu we krwi 60 mmHg, zatem konieczne jest wykonanie gazometrii krwi tętnicznej (8).

Środki stosowane jako broń chemiczna również mają wpływ na stężenie tlenu w organizmie człowieka. Szczególnie gazy duszące z grupy cyjanków oddziałują na komórki, inaktywując procesy utleniania. Połączenie się anionu cyjankowego z hemoglobina prowadzi do powstania cyjanomethemoglobiny. Powoduje to zablokowanie hemoglobiny, które uniemożliwia przyłączenie się cząsteczki tlenu. W ostateczności dochodzi do hipoksji histotoksycznej, która jest bezwzględnie przeciwwskazaniem do zastosowania tlenoterapii.

Tlen medyczny

Tlenoterapia jest nowoczesną metodą terapeutyczną, która pozwala na dostarczanie większej ilości tlenu do wszystkich narządów ▶

▷ dów oraz układów organizmu człowieka. Warto jednak zaznaczyć, że istnieją ograniczenia czasowe podaży tlenu, które mogą mieć istotny wpływ na stan zdrowia pacjenta i jego dalsze leczenie. Bezpieczna tlenoterapia może się odbywać przez:

- maksymalnie 6 godz. przy stężeniu tlenu około 100%,
- 24 godz. przy stężeniu tlenu 60-70%,
- 48 godz. przy stężeniu tlenu 40-50%,
- 2 doby przy dowolnym stężeniu tlenu poniżej 40%.

Należy zwrócić uwagę, że powyższe dane nie dotyczą wcześniaków oraz noworodków, ponieważ działanie toksyczne tlenu w tej grupie wiekowej oscyluje przy niższych stężeniach. Warto mieć na uwadze działania niepożądane, które mogą się ujawniać w trakcie, ale także po podaży tlenu. Należą do nich: zmniejszenie pola widzenia, nudności, wymioty, obrzęk płuc, zapalenie oskrzeli i tchawicy, bóle zamostkowe, niedodma pęcherzyków płucnych. U noworodków działaniami niepożądanymi są retinopatia wcześniacza oraz dysplazja oskrzelowo-płucna.

Hiperbaria tlenowa

Pomimo przedstawionego niekorzystnego wymiaru tlenoterapii należy wziąć pod uwagę pozytywne znaczenie podawania tlenu. W przypadku rozległych oparzeń, zatrucia tlenkiem węgla lub trudno gojących się ran istotną rolę odgrywa hiperbaria tlenowa, stosowana w zwiększonym ciśnieniu atmosferycznym (2-3 atm.). Pierwotnym skutkiem kilkunastominutowej terapii jest rozpuszczenie dużej ilości tlenu we krwi przy zwiększonym ciśnieniu parcjnym. Hiperbaria hamuje także rozszerzanie się naczyń krwionośnych, prowadzących do obrzęku tkanekowego. Oddychanie czystym tlenem pod wysokim ciśnieniem jest zbliżone do efektów leczenia farmakologicznego. Tlen musi być odpowiednio dawkowany, natomiast jego przyjmowanie ściśle kontrolowane (9).

Podsumowanie

Celem pracy jest zwrócenie uwagi na problem powszechnie stosowanej tlenoterapii.

Na podstawie dotychczasowych obserwacji można stwierdzić, że tlenoterapia może wpływać niekorzystnie na stan pacjenta. Natomiast osoby uprawnione do podawania tlenu wciąż stosują go w sposób niezrozumiały i nieświadomy konsekwencji. Należy podkreślić, że istnieją sytuacje szczególne (POChP, OZW i urazy czaszkowo-mózgowe), w których agresywna tlenoterapia może prowadzić do niewydolności oddechowej oraz narastającej hiperkapnii.

Czy wiesz, że negatywne działanie reaktywnych form tlenu poprzez uszkodzenie śródbłonka naczyniowego rozpoczyna przebieg rozwoju blaszki miażdżycowej? Natomiast w przypadku nowotworów tlen może powodować mutację uszkodzonego DNA. Mało kto również wie, że zaabsorbowany tlen, przekształcony w nadtlenek wodoru, wykazuje właściwości bakterioobójcze, odgrywając istotną rolę w stanach zapalnych organizmu (10).

Warto zapamiętać, że tlen, jak każdy lek, ma swoje wskazania, działania niepożądane, a przede wszystkim przeciwwskazania, o których niestety nie każdy pamięta.

Wnioski

1. Tlenoterapia jest nieumiarkowanie stosowana w opiece przedszpitalnej zarówno przez ratowników, jak i personel medyczny.
2. Zasadne wydaje się stosowanie pulsoksymetru podczas tlenoterapii u wszystkich pacjentów.
3. W trakcie podawania tlenu należy utrzymywać SaO_2 na poziomie 94-98% u wszystkich osób z wyjątkiem chorych na POChP. W tej grupie pacjentów wysokie stężenie tlenu zmniejsza aktywność ośrodka oddechowego, w konsekwencji prowadząc do zwiększenia niewydolności oddechowej oraz narastania hiperkapnii, dlatego zalecana wartość saturacji wynosi 88-92%.
4. W przypadku duszności niezwiązanej z hipoksemią stosowanie tlenoterapii wydaje się bezskuteczne.
5. Przeprowadzone badania wskazują, że tlenoterapia zmniejsza istotnie rzut serca

oraz powoduje wzrost średniego ciśnienia tętniczego oraz oporu obwodowego u pacjentów w przebiegu ostrego zespołu wieńcowego.

6. Hiperwentylacja u pacjentów z urazami czaszkowo-mózgowymi prowadzi do niedotlenienia mózgu, natomiast podejrzenie zespołu wgłobienia jest jedyną sytuacją kliniczną, w której hiperwentylacja jest nadal zalecana.
7. Zastosowanie tlenoterapii w przypadku zatrucia parakwatem zwiększa toksyczne działanie rodników hydroksylowych, które wpływają negatywnie na życie i zdrowie pacjenta. □

Piśmiennictwo

1. Szczeklik A.: *Choroby wewnętrzne*. Wydawnictwo Medycyna Praktyczna, Kraków 2014.
2. O'Driscoll B.R., Howard L.S., Davison A.G.: *BTS guideline for emergency oxygen use in adult patients*. Thorax, London 2008.
3. Bingham E., Cohn B., Powell C.H.: *Patty's Toxicology*. Volumes 1-9, 5th ed. John Wiley & Sons, New York 2001.
4. Rudolf M., O'Reilly J., Parnham J. i wsp.: *Chronic obstructive pulmonary disease*. National Institute for Health and Care Excellence, Manchester 2010.
5. Traczyk W.: *Fizjologia człowieka w zarysie*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2005.
6. Austin M.A., Wills K.E., Blizzard L. i wsp.: *Effect of high flow oxygen on mortality in chronic obstructive pulmonary disease patients in pre-hospital setting*. „British Medical Journal”, London 2010.
7. Kenmure A.C.F., Cameron A. J.V., Marshall J.C.B. i wsp.: *Circulatory and Metabolic Effects of Oxygen in Myocardial infarction*. „British Medical Journal”, London 1968.
8. Sittipunt Ch.: *Paraquat poisoning*. Respiratory Care, 2005.
9. Kościarz-Grzesiok A., Cieślak G., Nowak M. i wsp.: *Zastosowanie hiperbarycznej terapii tlenowej w medycynie*. „Acta Bio-Optica et Informatica Medica Inżynieria Biomedyczna”, 2006.
10. Łuszczewski A., Matyska-Piekarska E., Trefler J. i wsp.: *Reaktywne formy tlenu – znaczenie w fizjologii i stanach patologii organizmu*. „Reumatologia”, 2007.

reklama



Nowoczesny ambulans
bez opłaty wstępnej
Kompleksowa
obsługa
inwestycji

**PIERWSZY
W POLSCE
KONFIGURATOR
AMBULANSÓW!**
Zaprojektuj
swoją własną
ambulans!

**Nigdy dotąd
zakup karetki
nie był tak prosty**
MEDambulans



Rafał Adler – Menedżer ds. projektu MEDambulans
tel. 42 272 32 05, tel. kom. 781 811 030
e-mail: rafal.adler@medfinance.pl

www.medambulans.pl